

Статистические характеристики результатов измерений

Номер образца	Объем выборки	Среднее $S \times 10^{-3}$	Стандартное отклонение	Коэффициент вариации, %
1	20	193,0	75,3	39,0
2	16	174,5	56,9	32,6
3	14	276,1	95,5	34,6
4	14	343,1	68,4	19,9
5	12	328,5	105,3	32,1

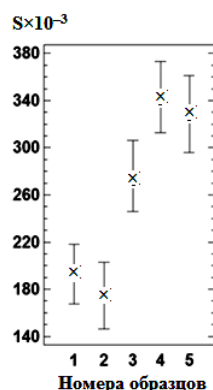


Рисунок 3 – Средние значения и 95-процентные доверительные интервалы облачности просвета отливок

Ранжирование образцов бумажных отливок по степени однородности просвета на основании результатов денсиметрического сканирования не противоречит визуальному сравнению фотографических изображений «облачности». Программный продукт Sorbfil или программы аналогичного назначения могут быть рекомендованы для использования в исследовательских целях.

Список литературы

1. Фляте Д. М. Свойства бумаги. Изд. 5, стереотипное. – М., 2012. – 381 с.
2. Малахова Ю. Г., Левшина В. В., Бывшев А. В. Влияние технологических факторов на просвет бумаги // Химия растительного сырья. – 1999. – № 2. – С. 149-153.
3. Исследование коэффициента вариации и среднего размера неоднородности для различных типов бумаги на анализаторе просвета АП-2 / С. М. Герасюта, А. С. Смолин, Е. И. Иванова, В. С. Каневская // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2016. – Вып. 217. – С. 237-247.
4. Денситометр Сорбфил, версия 1.8. Руководство пользователя. – Краснодар, ЗАО Сорбполимер, 2006. – 18 с.
5. Пен Р.З. Планирование эксперимента в Statgraphics Centurion. – Красноярск, 2014. 293с

УДК 621.822

СТАТИСТИЧЕСКИЙ МЕТОД НОРМИРОВАНИЯ ВИБРАЦИИ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ СУШИЛЬНЫХ ЦИЛИНДРОВ БМ

Насырова К.С.¹, Санников А.А.¹, Васильев В.В.¹

¹*ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»*

Ключевые слова: бумагоделательная машина, сушильные цилиндры, подшипники качения, нормирование вибрации.

Аннотация. Приведена методика нормирования вибрации подшипников качения на примере сушильных цилиндров БМ №15 «Монди СЛПК».

THE STATISTICAL METHOD OF RATIONING OF VIBRATION ROLLING BEARINGS OF DRYING CYLINDERS PM

Nasyrova K.S.¹, Sannikov A.A.¹, Vasiliev V.V.¹

¹Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg

Key words: paper machine, drying cylinders, rolling bearings, vibration regulation.

Abstract. A method of rationing of vibration rolling bearings, for example, drying cylinders PM № 15 "Mondi".

Общеизвестно [1], что вибрация является интегральным показателем технического состояния оборудования. Так, важным этапом вибрационного диагностирования является выявление количественных параметров вибрации и сопоставление их с нормативными допустимыми значениями. В соответствии с ГОСТ 26563-85 [2] нормируемый параметр вибрации – виброскорость, приведенный в октавных полосах частот для всех узлов оборудования ЦБП.

Основными виброактивными узлами бумагоделательных машин (далее - БМ) являются валы и цилиндры, вращающиеся в подшипниках качения. Все дефекты и отклонения валов и цилиндров диагностируются по параметрам вибрации подшипников качения. Поэтому диагностика БМ – это, прежде всего, диагностика подшипников.

В связи с длительной эксплуатацией БМ нормативные диагностические параметры вибрации необходимо уточнять, для конкретных БМ они могут быть различны. Так, допустимый параметр виброскорости определяется по формуле:

$$[V_e] = \left(\sum_{i=1}^n V_{ei} \right) / n + k \sqrt{\frac{\sum V_{ei}^2}{n}}, \quad (1)$$

где n – число агрегатов; V_e – среднеквадратическое отклонение вибрации; k – коэффициент повышения надежности, $k = 1,5$, так как дефекты подшипников в БМ приводят к остановке производства полностью.

Если измеренный параметр вибрации $V_e \leq [V_e]$, есть уверенность, что узел исправен, если $V_e > [V_e]$, необходим осмотр и подконтрольная эксплуатация узла.

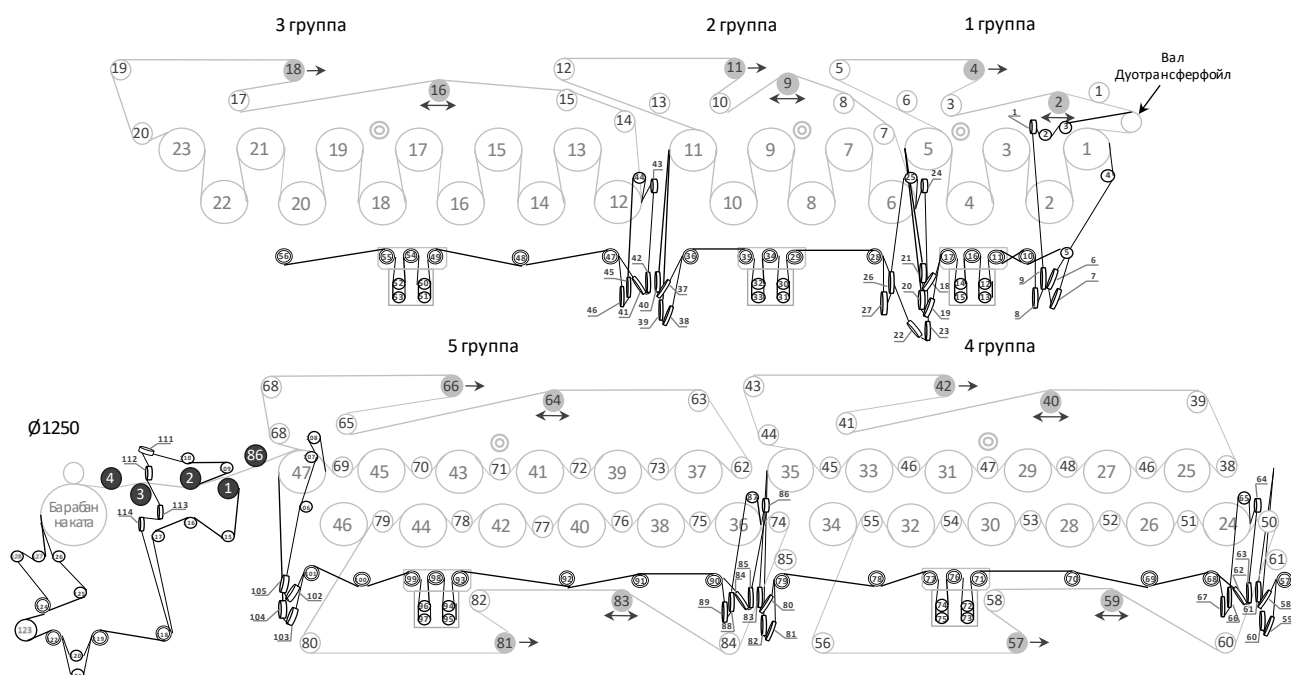


Рисунок 1– Схема сушильной части БМ-15

Статистический метод нормирования вибрации подшипников качения рассмотрим на примере цилиндров сушильной части БМ №15 АО «Монди СЛПК» (рисунок 1). Для точности расчетов необходимое количество агрегатов должно быть не менее 10.

Для проведения расчетов были взяты усредненные значения виброскорости подшипников качения сушильных цилиндров лицевой стороны машины (таблица 1). Все цилиндры были разделены на две части: верхнего и нижнего рядов, в связи с разными условиями работы. Чётные валы отнесли к нижнему ряду, нечётные – к верхнему ряду.

Таблица 1– Усредненные значения виброскорости подшипников сушильных цилиндров

Номер вала (верхний ряд)	Виброскорость, мм/сек	Номер вала (нижний ряд)	Виброскорость, мм/сек
1	1,16	2	2,85
3	1,2	4	1,15
5	0,81	6	0,44
7	1,47	8	0,44
9	1,25	10	1
11	1,2	12	0,35
13	0,88	14	0,36
15	0,98	16	0,56
17	2,12	18	0,55
19	2,52	20	0,46
21	1,1	22	1
23	2,34	24	0,6
25	4,9	26	0,44
27	2,5	28	0,41
29	1,26	30	0,26
31	1,15	32	0,39
33	1,16	34	0,26
35	1,95	36	0,52
37	1,73	38	0,24
39	1,2	40	0,37
41	1,42	42	0,61
43	2,62	44	0,74
45	1,73	46	0,27
47	1,6		

Исключим из расчетов данные по валам 2 и 25, так как они очевидно больше остальных значений виброскорости.

Для верхнего ряда вала допускаемое значение виброскорости будет равно:

$$[V_e] = 34,5 / 23 + 1,5 \sqrt{\frac{60,97}{23}} = 4 \text{ мм/с}, \text{ где } n = 23;$$

$$\sum_{i=1}^n V_e = 1,16 + 1,2 + 0,81 + 1,47 + 1,25 + 1,2 + 0,88 + 0,98 + 2,12 + 2,52 + 1,1 + 2,34 + 2,5 + 1,26 + 1,15 + 1,16 + 1,95 + 1,73 + 1,2 + 1,42 + 2,62 + 1,73 + 1,6 = 34,5 \text{ мм/с}$$

$$\sum V_{ei}^2 = 1,34 + 1,44 + 0,65 + 2,16 + 1,56 + 1,44 + 0,77 + 0,96 + 4,49 + 6,35 + 1,21 + 5,47 + 6,25 + 1,58 + 1,32 + 1,34 + 3,8 + 2,99 + 1,44 + 2 + 6,86 + 2,99 + 2,56 = 60,97 \text{ мм/с}$$

Для нижнего ряда вала допускаемое значение виброскорости будет равно:

$$[V_e] = 11,42 / 22 + 1,5 \sqrt{\frac{7,26}{22}} = 1,4 \text{ мм/с}, \text{ где } n = 22;$$

$$\sum_{i=1}^n V_e = 1,15 + 0,44 + 0,44 + 1 + 0,35 + 0,36 + 0,56 + 0,55 + 0,46 + 1 + 0,6 + 0,44 + 0,41 +$$

$$+ 0,26 + 0,39 + 0,26 + 0,52 + 0,24 + 0,37 + 0,61 + 0,74 + 0,27 = 11,42 \text{ мм/с}$$

$$\sum V_{ei}^2 = 1,32 + 0,19 + 0,19 + 1 + 0,12 + 0,13 + 0,31 + 0,3 + 0,21 + 1 + 0,36 + 0,19 + 0,1 +$$

$$+ 0,07 + 0,27 + 0,06 + 0,14 + 0,37 + 0,54 + 0,07 = 7,26 \text{ мм/с}$$

Приведенные расчеты представляют виброскорость в качестве нормативного значения для подшипников верхнего ряда сушильных цилиндров равной 4 мм/с, для подшипников нижнего ряда цилиндров - равной 1,4 мм/с. В подшипниках цилиндров 2 и 25 повышенная вибрация и необходимо принять меры для ее устранения.

Список литературы

1. Вибродиагностика, триботехника, вибрация и шум: монографический сб./ Под ред. А.А. Санникова, Н.В. Куцубиной. – Екатеринбург: Уральск. гос. лесотехн. ун-т, 2009. – 416 с.
2. ГОСТ 26493-85. Вибрация. Технологическое оборудование целлюлозно-бумажного производства. Нормы вибрации. Технические требования. – Введ. 1986.07.01. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 8 с.

УДК 676.056.5

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ В СУШИЛЬНЫХ ЦИЛИНДРАХ ПРИ ТЕМПЕРАТУРНОМ ДИАГНОСТИРОВАНИИ

Радинская К. П.¹, Сиваков В.П.¹, Куцубина Н.В.¹
¹ФГБОУ ВО Уральский государственный лесотехнический
 университет, г. Екатеринбург

Ключевые слова: сушильный цилиндр, конденсат, теплопередача, торцевые крышки, допустимая температура, теплоизоляция.

Аннотация. В данной работе экспериментально и теоретически исследованы тепловые потери через торцевые крышки и от повышенного содержания конденсата в сушильном цилиндре. Рассмотрена экономия греющего пара при теплоизоляции торцевых крышек.

DETERMINATION OF HEAT LOSS IN THE DRYING CYLINDERS AT TEMPERATURE DIAGNOSTICS

Radinskaya K.P.¹, Sivakov V.P.¹, Kutsubina N.V.¹
¹Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg

Key words: drying cylinder, condensate, heat transfer, end caps, permissible temperature, thermal insulation.

Abstract. In this work, the heat losses through the end caps and from the increased content of condensate in the drying cylinder are studied experimentally and theoretically. The saving of heating steam with thermal insulation of end caps is considered.

Сушильные цилиндры (СЦ) предназначены для контактной сушки полотна бумаги. Контактная сушка полотна происходит только по части боковой поверхности СЦ охватываемой бумагой. Часть боковой поверхности СЦ, не контактируемая с полотном бумаги, а также поверхность торцевых крышек соприкасается с воздухом и не рационально использует тепловую энергию. Тепло отведённое от торцевых крышек можно рассматривать как тепловые потери. Отметим, что в литературных источниках по тепловым процессам в ЦБП [1,2] поверхность торцевых крышек, при определении поверхности СЦ соприкасающейся с воздухом